

ный метод рекомендуется при решении прикладных экологических задач, в частности при прогнозировании характеристик природных объектов в рамках экологического мониторинга.

1.Баранник В.А., Проскурнин О.А. Применение метода статистических испытаний в регрессионном анализе данных экологических исследований // Экологическая, техногенная безопасность и социальный прогресс: Вестник ХИСП. Вып.1. – Харьков, 2001. – С.9-21.

2.Проскурнин О.А. Численный подход к оценке качества решения регрессионной задачи при различных базисах функционального пространства. // Экологическая, техногенная безопасность и социальный прогресс: Вестник ХИСП. Вып.1(2). – Харьков, 2002. – С.70-78.

3.Проскурнин О.А. Сравнение результатов решения регрессионной задачи методом Монте-Карло при различных базисах функционального пространства // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн.сб. Вып.45. – К.: «Техніка, 2002. – С.194-198.

4.Смирнов Н.В. Краткий курс математической статистики для технических приложений. – М.: Физматгиз, 1959. – 436 с.

5.Янке Е., Эмде Ф., Леш Ф. Специальные функции. – М.: Наука, 1977. – 342 с.

6.Худсон Д. Статистика для физиков.– М.: Мир, 1970. – 152 с.

7.Баранник В.А. Непараметрический метод оценки точности и достоверности оп-ределения интегральных показателей по данным выборочных наблюдений // Проблемы охраны окружающей природной среды и техногенной безопасности: Сб.научн.тр. – Харьков: УкрНИИЭП, 2000. – С.129-136.

8.Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Бассейн Северского Донца, реки Крыма и Приазовья. – К.,1984-1986.

Получено 24.07.2003

УДК 697.38

А.А.ОЛЕКСЮК, канд. техн. наук, Н.Ф.РАДЬКО, канд. экон. наук

Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРОВ

Приведена методика исследований сложного лучистого теплообмена между высокотемпературными электронагревателями, окружающими их экранами и корпусом отопительного электрокалорифера.

Анализ существующих переносных электронагревателей показывает, что основным их недостатком является большой расход электроэнергии при высоких затратах тепловой энергии и низкой сменной производительности. Кроме того, нагреватели, выполненные из керамических стержней с натянutoй нихромовой проволокой, часто выходят из строя, поэтому они не нашли широкого применения в практике строительного производства [1, 2]. В связи с этим необходима разработка более совершенных конструкций электрокалориферов, отвечающих высоким требованиям экономических показателей по тепло-

съему, расходу электроэнергии, весу, геометрическим размерам, стоимости и др.

Для выявления рациональной конструкции электрокалорифера были проработаны различные варианты, например, по форме расположения электронагревателей (с температурой нагрева до 3000 °С) с продольным и поперечным расположением электродов по отношению к потоку воздуха, подаваемого вентилятором [3-6].

Рассмотрим методику описания сложного теплообмена между электродом и двухслойным перфорированным экраном, размещенным в замкнутом пространстве, являющимся корпусом отопительного электрокалорифера (рисунок). В корпусе прибора могут находиться несколько электронагревателей, окруженных аналогичными экранами. В этом случае нужно учитывать их взаимное воздействие на теплообмен соседних электродов с экранами.

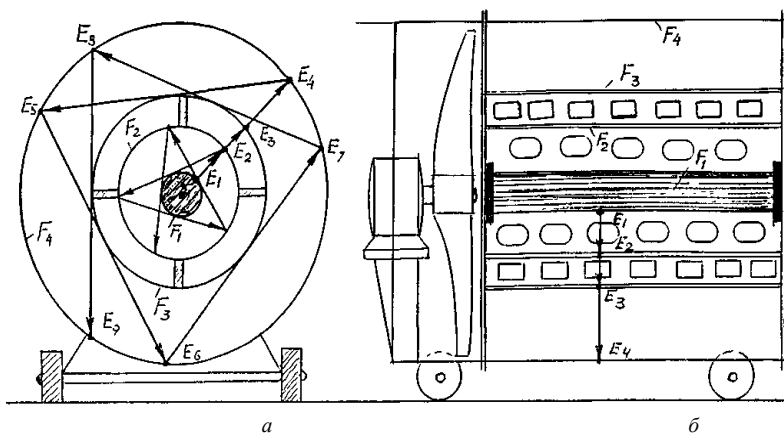


Схема лучистого теплообмена между телами с теплообменными поверхностями F_1, F_2, F_3 , находящимися в замкнутом пространстве F_4

Для теплотехнических расчетов обычно должны быть заданы: качество и материал поверхностей; конструктивные размеры, длина и диаметры; температура на их поверхностях. По этим данным энергия излучения тел может быть определена на основании закона Стефана-Больцмана, Вт/м²:

$$E_0 = c_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4, \quad (1)$$

где c_0 – коэффициент излучения абсолютно черного тела:

$$c_0 = \sigma_0 \cdot 10^8 = 5,67 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4).$$

Согласно рисунку (поз. *а*) с единицы поверхности тела электрода F_1 отводится лучистый поток плотностью E_1 , Вт/м², который определяется температурой и физическими свойствами тела. Однако со стороны других тел на рассматриваемое тело падает лучистая энергия в количестве E_2 , часть которой поглощается телом $A_1 E_2$, а остальная часть в количестве $(1-A_1)E_2$ отражается первым экраном площадью F_2 . Поэтому эффективное излучение $E_{эфф}$ всегда больше собственного излучения тела E_1 на величину отраженного излучения $(1-A_1)E_2$. Тогда:

$$E_{эфф} = E_1 + (1 - A_1)E_2. \quad (2)$$

В нашем случае с электрода общей поверхностью F_1 излучается по всем радиальным направлениям поток энергии E_1 , часть которой поглощается экраном F_2 , а другая часть через перфорированные поверхности F_2 и F_3 попадает на F_4 , при этом поток энергии ослабевает от E_1 до E_2 , E_3 и E_4 (см. рисунок, поз. *а*). Остаточная энергия E_4 частично поглощается $A_4 E_4$, а большая часть отражается. Не вся отраженная энергия попадает на экраны, остальное ее количество проходит мимо и снова попадает на поверхность F_4 с энергией E_5 и т. д. Внутри экранов происходит аналогичная картина, показанная стрелками. Теплопроводностью между первым и вторым экранами можно пренебречь, так как они соединены между собой небольшими тонкими перегородками по длине (см. рисунок, поз. *б*).

Так как конструктивные размеры и материал, состояние поверхности и температура на этих поверхностях известны, то с учетом степени черноты, ε_1 можно легко подсчитать поток собственного излучения E_1 . В этом случае расчетное уравнение (1) примет вид

$$E_1 = \varepsilon_1 \cdot E_0 = \varepsilon_1 \cdot c_0 \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \cdot F_1. \quad (3)$$

Значения степени черноты ε_1 для технически важных материалов приведены в справочнике, которые изменяются в пределах от 0 до 1.

Аналогично можно записать лучистый теплообмен между электродом, первым F_2 и вторым F_3 экранами и корпусом прибора F_4 :

$$E_2 = \varepsilon_2 \cdot c_0 \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \cdot F_2;$$

$$E_3 = \varepsilon_3 \cdot c_0 \left(\frac{T_3}{100} \right)^4 \cdot F_3; \quad (4)$$

$$E_4 = \varepsilon_4 \cdot c_0 \left(\frac{T_4}{100} \right)^4 \cdot F_4.$$

Результирующее уравнение для цилиндрических поверхностей запишем в виде

$$\begin{aligned} Q_{1-4} = & \varepsilon_1 \cdot c_0 \cdot F_1 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] - \varepsilon_2 \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_3}{100} \right)^4 \right] F_2 - \\ & - \varepsilon_3 \left[\left(\frac{T_3}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_4}{100} \right)^4 \right] F_3; \\ Q_{1\rightarrow 4} = & \varepsilon_n \cdot c_0 \cdot F_1 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_4}{100} \right)^4 \right], \end{aligned} \quad (5)$$

где ε_n – приведенная степень черноты серых тел $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4$ общей поверхностью F_1, F_2, F_3, F_4 соответственно:

$$\varepsilon_n = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} \cdot \frac{F_1}{F_2} + \frac{1}{\varepsilon_3} \cdot \frac{F_2}{F_3} + \left(\frac{1}{\varepsilon_4} - 1 \right) \frac{F_3}{F_4}}. \quad (6)$$

Если в отопительном электронагревательном приборе размещено m электродов, окруженных двухслойными керамическими экранами, то для повышения эффективности теплосъема с электродов и экранов необходимо определить оптимальные размеры экранов и расстояния от электродов до них в зависимости от температуры нагреваемого воздуха на выходе из отопительного электрокалорифера, $\delta_{opt} = f(t_{кал})$. Тогда теплопроизводительность прибора с учетом эффективного теплообмена уравнение (5) примет вид

$$Q_{эфф} = \varepsilon_n \cdot c_0 \cdot F_1 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_4}{100} \right)^4 \right] \cdot m \cdot k_\delta \cdot k_{мурб}, \quad (7)$$

где m – число высокотемпературных электродов с керамическими экранами, шт.; k_{δ} – опытный коэффициент эффективности теплосъема, зависит от оптимального зазора между электродом и экранами; $k_{турб}$ – опытный коэффициент эффективности, учитывающий наличие винтообразных насадок для турбулизации потока обдуваемого воздуха экранов с электродами.

Определение коэффициентов эффективности (k_{δ} , и $k_{турб}$) с целью повышения теплопроизводительности отопительного электрокалорифера и составляет основную задачу его исследования.

Так как длина электродов находится в пределах от 300 до 1200 мм, то и габаритные размеры электрокалорифера будут диктоваться его длиной и теплопроизводительностью нагревательного элемента, а также мощностью вентилятора. Опытные партии электрокалориферов используются не только в строительстве, но и для обогрева стволов шахт от обледенения, при сушке стекловолоконных отходов на технологической линии по изготовлению прошивных матов, при обогреве цехов и гаражей, складских помещений и ангаров в зимних условиях, а также для создания микроклимата в неотапливаемых помещениях при ремонтных работах и др.

Для интенсификации тепломассообмена учитывали и аэродинамические характеристики конструкций, создаваемые винтообразными турбулизаторами потока нагретой струи, коническими рассекателями и насадками, формирующими на выходе компактную дальнобойную струю горячего воздуха.

Таким образом, разработанные конструкции и методика расчета новых высокоэффективных электрокалориферов уменьшают потребление электроэнергии нагревателя на 50% и увеличивают срок службы в 3-5 раз по сравнению с нагревателями из нихромовых спиралей.

Компактность установки и ее маневренность снижают затраты при эксплуатации и обслуживании на 40-45%.

Размещение нагревателя вдоль оси струи воздуха с двумя керамическими экранами, окружающими его, позволяет осуществить сложный теплообмен путем конвекции, теплового излучения и теплопроводности, что повышает теплопроизводительность устройства более чем в 2 раза при одинаковых энергозатратах.

Внедрение высокоэффективных электрокалориферов с карбидкремниевыми электродами на ряде объектов различного назначения подтвердило их высокие теплотехнические характеристики и экономические показатели, что обеспечило получение экономического эф-

фекта в сумме 1,5 млн. рублей (в ценах 1980-1989 гг.).

1.Аханов В.С. Электронагревательные устройства в строительстве и коммунальном хозяйстве. – М.: Стройиздат, 1978.

2.Никонов А. Применение переносных электрокалориферов для сушки помещений при отделочных работах // Экспресс-информация (ЦБНТИ Минтяжстроя СССР). Сер. 1. Вып.4. – 1979. – С.24-26.

3.Олексюк А.А. и др. Электрокалорифер. А.с. №943494, 16.03.82.

4.Олексюк А.А. и др. Электрокалорифер А.с. №785608, 07.08.80.

5.Олексюк А.А. и др. Эффективный электрокалорифер // Городское хозяйство Украины. – 1981. – №5. – С.11.

6.Олексюк А.О. Високоняпірний електрокалорифер / Патент України №44542 А, 15.02.2002. Бюл. №2.

Получено 24.07.2003

УДК 696.2 : 622.691

С.Н.ТЫЩИК, В.Ф.ГУБАРЬ, д-р техн. наук, В.И.ЗАХАРОВ

Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка

АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Анализируется потребление природного газа в жилых зданиях с учетом температуры наружного воздуха.

В структуре мирового потребления энергоресурсов доля природного газа непрерывно растет. По самым осторожным оценкам в ближайшие 15 лет его мировое потребление увеличится не менее чем на 20%. Основным первичным энергетическим ресурсом Украины на ближайшие 15-20 лет также будет природный газ. Уже сегодня его доля в топливном балансе страны составляет около 50% и будет возрастать по мере восстановления работы промышленности и за счет газификации, в основном сельских населенных пунктов.

В структуре потребления природного газа происходят изменения за счет увеличения его потребления в жилых зданиях (см. табл.1).

Таблица 1 – Структура потребления природного газа в Украине в 1995-2000 гг.

Отрасли народного хозяйства		Годы	
		1995	2000
Промышленность	тыс. м ³	5883150	3383471
	%	73,2	68,1
Коммунально-бытовые потребители	тыс. м ³	699220	617655
	%	8,7	12,4
Население	тыс. м ³	978280	763562
	%	12,2	15,4
Другие	тыс. м ³	477790	204352
	%	5,9	4,1